

PUB-NO: DE019525566A1  
DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 19525566 A1  
TITLE: TITLE DATA NOT AVAILABLE  
PUBN-DATE: January 16, 1997

## INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
LEX, KONRAD	DE

## ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
BYK GARDNER GMBH	DE

APPL-NO: DE19525566

APPL-DATE: July 13, 1995

PRIORITY-DATA: DE19525566A ( July 13, 1995)

INT-CL (IPC): G01B009/10, G01J003/46 , G01J001/00

## ABSTRACT:

ABSTRACT DATA NOT AVAILABLE



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift

(10) DE 195 25 566 A 1

(51) Int. Cl. 8:

G 01 B 9/10

G 01 J 3/46

G 01 J 1/00

// G01B 121:02,C09D

5/38

(21) Aktenzeichen: 195 25 566.6

(22) Anmeldetag: 13. 7. 95

(23) Offenlegungstag: 16. 1. 97

DE 195 25 566 A 1

(71) Anmelder:

Byk-Gardner GmbH, 82538 Geretsried, DE

(74) Vertreter:

Dr. M. Wallinger, Dr. J. Kroher, Dipl.-Ing. W. Strobel,  
80336 München

(72) Erfinder:

Lex, Konrad, 82549 Königsdorf, DE

(54) Verfahren und Vorrichtung zur optischen Charakterisierung einer Oberfläche

(57) Bei einem Verfahren und einer Vorrichtung zur optischen Charakterisierung einer goniochromatischen Oberfläche, beispielsweise einer Metalliclackoberfläche, wird erfindungsgemäß nur eine feste Meßwinkeleinstellung verwendet.

DE 195 25 566 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur optischen Charakterisierung einer Oberfläche und insbesondere einer goniochromatischen Oberfläche.

Eine Oberfläche wird goniochromatisch genannt, wenn optische Meßgrößen, beispielsweise ihre Farbwerte, bei einer Reflexionsmessung an der Oberfläche deutlich vom Beleuchtungswinkel des zu reflektierenden Lichtes und vom Meßwinkel oder Beobachtungswinkel des reflektierten Lichtes abhängen. Solche Oberflächen können Metalliclackoberflächen oder Perlglanzlackoberflächen (Interferenzfarboberflächen) sowie andere entsprechende Effekte zeigende Oberflächen, im besonderen mit eingelagerten Metallpartikeln oder transparenten Partikeln versehene Kunststoffoberflächen, sein.

Im folgenden wird der Begriff Deskriptoren verwendet, der optische Meßgrößen wie etwa Farbwerte (Tristimulus-Werte), Helligkeit, Farbtön, Sättigungsstufe oder Reinheit bzw. in solche Meßgrößen umrechenbare Größen wie Reflexionsfaktoren bezeichnen soll.

Goniochromatische Oberflächen werden, vor allem aus dekorativen Gesichtspunkten, in vielen Bereichen in Industrie und Handwerk verwendet, beispielsweise bei Metallic- oder Perlglanzlacken in der Automobilindustrie. Gleichermassen sind auch viele Kunststoffprodukte mit Oberflächen ausgestattet, die einen Metallic-Effekt zeigen. Solche Oberflächen müssen bei ihrer Herstellung oder Reparatur charakterisiert werden, um eine möglichst objektive Dokumentierung auszuführen und vor allem auch um einen möglichst objektiven Vergleich mit einem vorgegebenen Standard zu ermöglichen. Dabei ist man vielfach auf das naturgemäß subjektiv beeinflußte Augenscheinsurteil gut ausgebildeter und erfahrener und dementsprechend hochbezahlter Fachkräfte angewiesen. Herkömmliche objektiv-physikalische Charakterisierungsverfahren und -vorrichtungen sind kompliziert, langwierig und damit teuer.

Bisher ging die Fachwelt davon aus, daß zur sinnvollen Charakterisierung solcher goniochromatischer Oberflächen zumindest drei Messungen bei verschiedenen Winkeln erforderlich sind.

In der US-P-4,479,718 werden beispielsweise drei Messungen mit 15°, 45° bzw. 110° zwischen der Meßrichtung und der Richtung des nach dem auf die goniochromatische Oberfläche bezogenen klassischen Reflexionsgesetz gespiegelten Lichtstrahls verwendet. Zur farblichen Charakterisierung müssen diese Messungen bei verschiedenen Lichtwellenlängen durchgeführt werden.

Aus der starken Krümmung der Farbwert-über-Winkel-Kurven wird der Schluß gezogen, daß diese Kurven mit einem Polynom zumindest zweiter Ordnung beschrieben werden müssen, welches im allgemeinen drei Parameter enthält. Gemäß der Lehre der zitierten Patentschrift sind diese drei Parameter mit drei Messungen bei verschiedenen Winkeln zu bestimmen und zu einer hinreichend genauen Charakterisierung der goniochromatischen Oberfläche erforderlich. Dies gleichermaßen gilt für die winkelabhängigen Kurven verschiedener Deskriptoren.

Die Erfindung stellt sich das technische Problem, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, die eine einfache, praktische und dennoch hinreichend genaue optische Charakterisierung von insbesondere goniochromatischen Oberflächen erlauben.

Dieses technische Problem wird gelöst mit einem Verfahren zur optischen Charakterisierung einer goniochromatischen Oberfläche durch Messung optischer Deskriptoren, bei dem die goniochromatische Oberfläche mit einer Beleuchtungseinrichtung in einer Beleuchtungsrichtung beleuchtet und ein von der Oberfläche reflektierter Anteil des Lichtes mit einer Detektoreinrichtung in einer Meßrichtung gemessen wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Charakterisierung durch die Messung bei nur einem Beleuchtungswinkel zwischen der Beleuchtungsrichtung und der Oberfläche und nur einem Meßwinkel zwischen der Meßrichtung und der Oberfläche durchgeführt wird bzw. einer Vorrichtung zur optischen Charakterisierung einer Oberfläche nach einem Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Beleuchtungseinrichtung auf den Beleuchtungswinkel festgelegt und die Detektoreinrichtung auf den Meßwinkel festgelegt ist.

Der Erfindung liegt die überraschende Erkenntnis zu grunde, daß eine optische Charakterisierung mit nur einer Winkelleinstellung der Beleuchtungseinrichtung, der Detektoreinrichtung und der goniochromatischen Oberfläche für die Bedürfnisse der Praxis, also z. B. bei der Qualitätssicherung einer Lackiereinrichtung ausreicht. Im Gegensatz zur bisherigen Meinung der Fachwelt und im besonderen zur Lehre der zitierten amerikanischen Patentschrift läßt sich mit dem erfundungsgemäßen Verfahren bzw. der erfundungsgemäßen Vorrichtung eine für Praxisanwendungen hinreichende Genauigkeit erzielen.

Entgegen der Erkenntnis der US 4,479,718 müssen die dort betrachteten drei Parameter eines Polynoms zweiter Ordnung im vom gespiegelten Lichtstrahl gemessenen Winkel nicht zwangsläufig drei unabhängigen Variablen, also drei Freiheitsgraden, entsprechen. Man kann im Rahmen einer für die Praxis hinreichenden Genauigkeit davon ausgehen, daß alle drei Parameter in einem gewissen Funktionszusammenhang stehen. Dies gilt insbesondere für Applikationen mit Oberflächenschichten, und insbesondere Lacken, die eine gleiche oder ähnliche chemische und physikalische Beschaffenheit aufweisen. Es reicht also für die Bedürfnisse der Praxis aus, zur Charakterisierung und zum Vergleich einer goniochromatischen Probenoberfläche einen einzigen mit der erfundungsgemäßen Vorrichtung nach dem erfundungsgemäßen Verfahren bestimmten Meßwert heranzuziehen.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung enthält die Beleuchtungseinrichtung oder die Detektoreinrichtung ein Farbfilter zum farbspezifischen Messen. Damit können die genannten Farbwerte ermittelt werden. Vorteilhafterweise wird eine goniochromatische Oberfläche durch zwei farbspezifische Messungen und eine Helligkeitsmessung vollständig charakterisiert.

Zur Verbesserung der Meßgenauigkeit können die Beleuchtungseinrichtung oder die Detektoreinrichtung ein Wärmeschutzfilter enthalten. Auch kann damit eine wärmeempfindliche goniochromatische Oberfläche geschützt werden, wenn das Wärmeschutzfilter in der Beleuchtungseinrichtung angeordnet ist.

Vorteilhafterweise ist der Meßwinkel vom Beleuchtungswinkel verschieden, so daß die Detektoreinrichtung außerhalb des von der goniochromatischen Oberfläche nach dem klassischen Reflexionsgesetz reflektierten Strahls mißt. Zur besseren Vergleichbarkeit mit konventionellen Meßverfahren ist es von Vorteil, wenn der Beleuchtungswinkel ca. 45° beträgt. Vorteilhafterweise liegt der Meßwinkel zwischen dem Beleuchtungs-

winkel und  $90^\circ$ . Als ein besonders günstiger Meßwinkel hat sich der Winkel von ca.  $65^\circ$  herausgestellt.

Als ein vorteilhafter Meßwinkelbereich für die Detektoreinrichtung ergibt sich ein Winkelbereich um den zentralen Meßwinkel mit einem Öffnungswinkel von  $6^\circ$ . Als vorteilhafter Beleuchtungswinkelbereich für die Beleuchtungseinrichtung ergibt sich ein Winkelbereich um den zentralen Beleuchtungswinkel mit einem Öffnungswinkel von ca.  $3^\circ$ .

Bei goniochromatischen Oberflächen mit eingelagerten Metall- oder Interferenzplättchen, beispielsweise bei Metalliclack- oder Perlglanzlackoberflächen, ist es wegen der endlichen Größe dieser Plättchen sinnvoll, auf der zu vermessenden Oberfläche einen ausgedehnten Flächenbereich zu beleuchten und zu vermessen, um eine sinnvolle Mittelwertbildung schon bei einer Messung zu erhalten. Vor allem in diesem Fall ist es besonders wichtig, diesen Flächenbereich gleichmäßig auszuleuchten. Vorteilhaftweise kann dazu eine Lampe in der Beleuchtungseinrichtung eine diffus streuende Oberfläche eines optischen Elements, beispielsweise einer Streumattscheibe beleuchten, um die beleuchtete Oberfläche auf die zu vermessende Oberfläche abzubilden.

Bei bestimmten Anwendungsfällen kann es sinnvoll sein, nicht nur nach dem erfindungsgemäßen Verfahren bzw. mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung gewonnene Meßwerte verschiedener Oberflächen zu vergleichen, sondern auch die erfindungsgemäß gewonnenen Meßwerte mit konventionell, beispielsweise wie eingangs geschildert in drei Winkeleinstellungen, gewonnenen Meßwerten in Beziehung zu setzen. Dazu kann es vorteilhaft sein, aus der erfindungsgemäßen Messung ein Polynom zumindest zweiter Ordnung im Austrittswinkel eines reflektierten Lichtstrahls zum Vergleich mit solchen winkelauflösten Messungen zu berechnen. Dieser Verfahrensschritt kommt quasi einer Einführung auf die konventionelle Darstellung der Meßwerte als Polynomparameter gleich.

Wie eingangs bereits erwähnt, tritt das Problem der Vermessung goniochromatischer Oberflächen vielfach bei Lackoberflächen, insbesondere Metallic- oder Perlglanzlackoberflächen, auf. Hier liegt eine besonders wichtige und vorteilhafte Anwendung für die Erfindung. Insbesondere betrifft dies den Bereich der Automobilindustrie und der Automobilwerkstätten. Ein maßgebliches Anwendungsgebiet liegt demzufolge bei den Automobilkarosserielackoberflächen.

Aus dem Vorstehenden ist klar ersichtlich, daß die Erfindung nicht nur ein Verfahren, sondern auch eine Vorrichtung zur optischen Charakterisierung einer goniochromatischen Oberfläche betrifft. Dementsprechend sind die vorstehend aufgezählten vorteilhaften Ausgestaltungen sowohl in bezug auf das erfindungsgemäßes Verfahren, wie auch im Hinblick auf die Vorrichtung nach der Erfindung zu verstehen. Insbesondere ergibt sich für die erfindungsgemäße Vorrichtung, daß die Beleuchtungseinrichtung auf den Beleuchtungswinkel und die Detektoreinrichtung auf den Meßwinkel festgelegt ist. Damit ist die Vorrichtung besonders einfach, kompakt und preisgünstig konstruierbar.

Nach einer besonders einfachen und robusten Ausgestaltung sind die Beleuchtungseinrichtung und die Detektoreinrichtung in jeweiligen Aufnahmen in einem einen Vorrichtungskörper bildenden Block, vorzugsweise einem Metallblock, eingebaut, wobei die Aufnahmen den Beleuchtungswinkel bzw. den Meßwinkel definieren. Der Block kann praktischerweise eine Anlage für

die zu vermessende goniochromatische Oberfläche aufweisen.

Ist eine Eingrenzung auf einen bestimmten Beleuchtungswinkel (-bereich) bzw. Meßwinkel (-bereich) erwünscht, so können die Beleuchtungseinrichtung bzw. die Detektoreinrichtung entsprechende Blenden aufweisen.

Nach einer einfachen und vorteilhaften Ausgestaltung mißt die Detektoreinrichtung das reflektierte Licht mit einem Fotoelement.

Da die erfindungsgemäße Vorrichtung aus den bereits genannten Gründen kompakt und einfach konstruiert werden kann und die Aufnahme der Beleuchtungseinrichtung und der Detektoreinrichtung in einem massiven Block zu einer großen Robustheit führt, kann zumindest ein die Beleuchtungseinrichtung und die Detektoreinrichtung enthaltender Teil, beispielsweise der erwähnte Block, per Hand bewegbar und auf eine zu messende Oberfläche aufsetzbar ausgeführt werden.

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen in Zusammenhang mit den Zeichnungen.

Darin zeigt die einzige Figur in schematisierter Weise einen Querschnitt durch eine Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Die Fig. 1 zeigt einen Block 1 mit einer in eine Aufnahme in dem Block eingesetzten Beleuchtungseinrichtung 2 und einer in eine andere Aufnahme in dem Block eingesetzten Detektoreinrichtung 3. Die Beleuchtungseinrichtung 2 weist eine Lampe 4, eine von der Lampe beleuchtete Streumattscheibe 5 sowie eine an der Streumattscheibe auf der der Lampe entgegengesetzten Seite angeordnete Blende 6 auf. Das von der Blende 6 durchgelassene Licht wird von einer Sammellinse 7 gebündelt und beleuchtet die zu vermessende goniochromatische Oberfläche.

Der beleuchtete Flächenbereich der goniochromatischen Oberfläche wird dazu in einem Ausschnitt 8 in einer Anlage 9 angeordnet, indem die zu vermessende Oberfläche und die Anlage 9 in flächige Berührung miteinander gebracht werden.

Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Anlage 9 an einer an dem Block 1 über Schrauben lösbar angebrachten Platte vorgesehen. So kann die Platte leicht ausgetauscht werden, wenn sie beschädigt oder verschmutzt ist oder für eine bestimmte Anwendung gegen eine anders gestaltete Platte ausgewechselt werden soll.

Der Beleuchtungswinkel zwischen der optischen Achse der Beleuchtungseinrichtung 2 und der zu vermessenden Oberfläche beträgt  $45^\circ$ . Die optische Achse der Detektoreinrichtung 3 bildet einen Winkel von  $70^\circ$  zu der zu vermessenden Oberfläche. Die Detektoreinrichtung 3 weist an ihrer der zu vermessenden Oberfläche zugewandten Seite eine Sammellinse 10 auf, die von der goniochromatischen Oberfläche reflektiertes Licht in Richtung auf eine Blende 11 bündelt, hinter der sich ein Wärmeschutz-Filter 12 befindet. Hinter diesem Filter wiederum ist eine weitere Linse 13 vorgesehen, durch die das Licht auf ein Fotoelement 14 fällt.

Insgesamt sind die Beleuchtungseinrichtung 2 und die Detektoreinrichtung 3 so aufgebaut, daß der Beleuchtungswinkelbereich einen Öffnungswinkel von  $3^\circ$  und der Meßwinkelbereich einen Öffnungswinkel von  $6^\circ$  aufweist.

Die Beleuchtungseinrichtung 2 ist in einem Rohrstück untergebracht, das nach Lösen eines Sicherungsgewindestiftes leicht nach oben aus der Aufnahme in dem

Block 1 herausgezogen werden kann. Ferner ist die Lampe 4 auch ohne Ausbau des Rohrstücks von hinten zugänglich und kann nach Lösen eines weiteren Sicherungsgewindestiftes herausgezogen werden, beispielsweise wenn sie ersetzt werden muß.

Die Detektoreinrichtung 3 ist mit Ausnahme der in den Rahmen 1 eingeklebten Sammellinse 10 in einem zweiten, eine Außenschulter aufweisenden Rohrstück untergebracht, das bis zum Anschlag der Außenschulter an einer Rahmenaußenfläche in die entsprechende Aufnahme im Rahmen 1 eingeschoben und mit einem weiteren Sicherungsgewindestift gesichert ist. Auch dieses Rohrstück kann dementsprechend leicht nach außen abgenommen werden.

Ferner ist der Block 1 mit der Beleuchtungseinrichtung 2 und der Detektoreinrichtung 3 von einer in der Zeichnung nur angedeuteten Gehäuse- und Rahmenkonstruktion umgeben. Diese Gehäusekonstruktion beinhaltet ferner eine Steuer- und Auswertelektronik, die eine an der der zu vermessenden Oberfläche entgegengesetzten Seite der Vorrichtung außen am Gehäuse angeordnete und nicht gezeigte Anzeigeeinrichtung, nämlich ein elektronisches Display, ansteuert. Die gesamte Vorrichtung wird von einer ebenfalls in dem Gehäuse integrierten Batterie mit Energie versorgt, so daß sie netzunabhängig als Handgerät betrieben und bewegt werden kann.

#### Bezugszeichenliste

1 Block	30
2 Beleuchtungseinrichtung	
3 Detektoreinrichtung	
4 Lampe	
5 Streumattscheibe	35
6 Blende	
7 Sammellinse (Beleuchtungseinrichtung)	
8 Ausschnitt	
9 Anlage	
10 Sammellinse (Detektoreinrichtung)	40
11 Blende	
12 Filter	
13 Linse	
14 Fotoelement	45

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur optischen Charakterisierung einer goniochromatischen Oberfläche durch Messung optischer Deskriptoren, bei dem die goniochromatische Oberfläche mit einer Beleuchtungseinrichtung (2) in einer Beleuchtungsrichtung beleuchtet und ein von der Oberfläche reflektierter Anteil des Lichtes mit einer Detektoreinrichtung (3) in einer Meßrichtung gemessen wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Charakterisierung durch die Messung bei nur einem Beleuchtungswinkel zwischen der Beleuchtungsrichtung und der Oberfläche und nur einem Meßwinkel zwischen der Meßrichtung und der Oberfläche durchgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die goniochromatische Oberfläche durch eine Helligkeitsmessung charakterisiert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Beleuchtungseinrichtung (2) ein Farbfilter (12) zum farbspezifischen Messen enthält.
4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem die goniochromatische Oberfläche durch zwei farbspezifi-

sche Messungen und eine Helligkeitsmessung charakterisiert wird.

5. Verfahren nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die Beleuchtungseinrichtung (2) und/oder die Detektoreinrichtung (3) ein Wärmeschutzfilter (12) enthält.
6. Verfahren nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem der Meßwinkel vom Beleuchtungswinkel verschieden ist.
7. Verfahren nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem der Beleuchtungswinkel 45° beträgt.
8. Verfahren nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem der Meßwinkel zwischen dem Beleuchtungswinkel und 90° liegt.
9. Verfahren nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem der Meßwinkel zwischen 60° und 70°, insbesondere zwischen 63° und 67° und insbesondere 65° beträgt.
10. Verfahren nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die Detektoreinrichtung (3) einen Meßwinkelbereich um den Meßwinkel mit einem Öffnungswinkel kleiner als 15°, und insbesondere kleiner als 10° und insbesondere von 6° erfaßt.
11. Verfahren nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die Beleuchtungseinrichtung (2) einen Beleuchtungswinkelbereich um den Beleuchtungswinkel mit einem Öffnungswinkel kleiner als 10°, und insbesondere kleiner als 5° und insbesondere von 3° erfaßt.
12. Verfahren nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem eine Lampe (4) in der Beleuchtungseinrichtung (2) eine diffus streuende Oberfläche eines optischen Elements (5) beleuchtet wird.
13. Vorrichtung nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem aus der Messung ein Polynom zumindest zweiter Ordnung im Austrittswinkel eines reflektierten Lichtstrahls zum Vergleich mit winkelauflösten Messungen berechnet wird.
14. Verfahren nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die goniochromatische Oberfläche eine Lackoberfläche, insbesondere eine Metallic- oder Perlglanzlackoberfläche, ist.
15. Verfahren nach Anspruch 14, bei dem die goniochromatische Oberfläche eine Automobilkarosserielackoberfläche ist.
16. Vorrichtung zur optischen Charakterisierung einer Oberfläche nach einem Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Beleuchtungseinrichtung (2) auf den Beleuchtungswinkel festgelegt und die Detektoreinrichtung (3) auf den Meßwinkel festgelegt ist.
17. Vorrichtung nach Anspruch 16, bei der die Beleuchtungseinrichtung (2) und die Detektoreinrichtung (3) in jeweiligen den Beleuchtungswinkel bzw. den Meßwinkel definierenden Aufnahmen in einem einen Körper der Vorrichtung bildenden Block (1) eingebaut sind.
18. Vorrichtung nach Anspruch 16 oder 17, bei der der Block (1) mit einer Anlage (9) für die goniochromatische Oberfläche versehen ist.
19. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 16 bis 18, bei der die Beleuchtungseinrichtung (2) und/oder die Detektoreinrichtung (3) eine den Beleuchtungswinkelbereich bzw. den Meßwin-

- kelbereich definierende Blende (6, 11) aufweisen.  
20. Vorrichtung nach mindestens einem der An-  
sprüche 15 bis 18, bei der die Detektoreinrichtung  
(3) mindestens ein Fotoelement (14) aufweist.  
21. Vorrichtung nach mindestens einem der An- 5  
sprüche 15 bis 19, bei der zumindest ein die Be-  
leuchtungseinrichtung (2) und die Detektoreinrich-  
tung (3) enthaltender Teil der Vorrichtung per  
Hand bewegt und auf eine zu vermessende gonio-  
chromatische Oberfläche gesetzt werden kann. 10  
22. Vorrichtung nach Anspruch 21, bei der der Teil  
eine Anzeige- und Bedienungseinrichtung aufweist.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

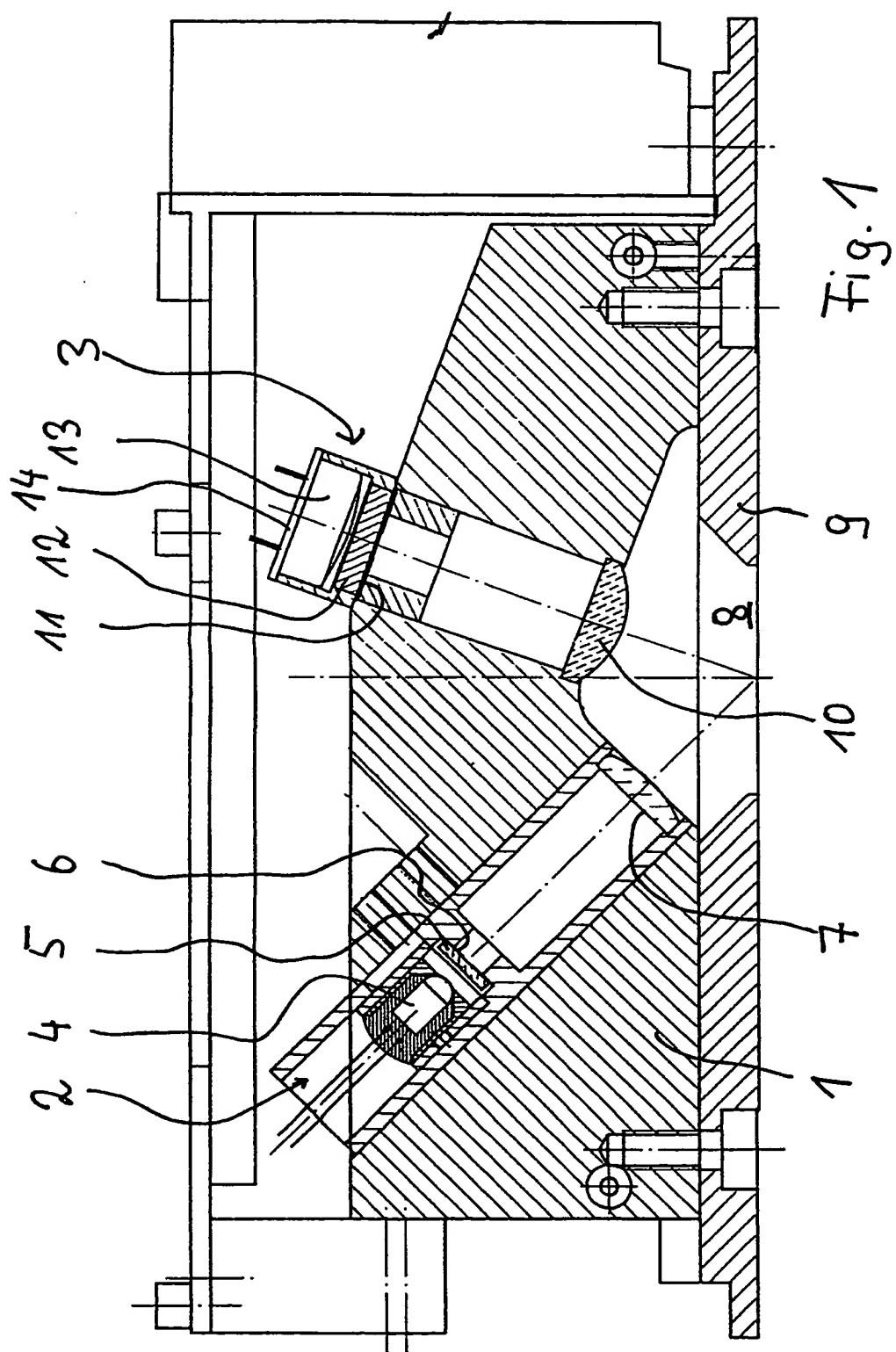


Fig. 1